

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 実用新案登録公報 (Y 2) (11) 実用新案登録番号

第2514974号

(45) 発行日 平成 8 年 (1996) 10 月 23 日

(24) 登録日 平成 8 年 (1996) 8 月 2 日

(51) IntCl.⁶
G 0 1 L 5/16

識別記号 庁内整理番号

F I
G 0 1 L 5/16

技術表示箇所

請求項の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 実願平2-102145
(22) 出願日 平成 2 年 (1990) 9 月 27 日
(65) 公開番号 実開平4-59436
(43) 公開日 平成 4 年 (1992) 5 月 21 日

(73) 実用新案権者 999999999
株式会社エンプラス
埼玉県川口市並木 2 丁目 30 番 1 号
(72) 考案者 梶原 靖
埼玉県川口市並木 2 丁目 30 番 1 号 株式
会社エンプラス内
(72) 考案者 蝦名 集
埼玉県川口市並木 2 丁目 30 番 1 号 株式
会社エンプラス内
(74) 代理人 弁理士 石戸 元
審査官 山川 雅也
(56) 参考文献 特開 昭60-55239 (J P, A)
特開 平 2-157626 (J P, A)
特開 平 3-20635 (J P, A)

(54) 【考案の名称】 半導体 3 軸力覚センサーの起歪体構造

(57) 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項 1】 拡散歪ゲージを形成したシリコン単結晶板を起歪体に接合してなる半導体 3 軸力覚センサーにおいて、起歪体のダイアフラムの外周部側が薄く、検出アームが接続される中心部が厚いテーパ状としたことを特徴とする半導体 3 軸力覚センサーの起歪体構造。

【考案の詳細な説明】

(産業上の利用分野)

本考案は拡散歪ゲージを形成したシリコン単結晶基板を起歪体上に接合した拡散型半導体 3 軸力覚センサーの起歪体構造に関する。

(従来の技術とその課題)

先ず、本考案の対象とする拡散型力覚センサーについての概略を説明する。

従来から知られた力覚センサーは 3 次元構造に加工さ

れた起歪体にストレインゲージを貼付したものであるが、大きさや感度、更に価格の面で充分なものであるとは言えないものであった。

ところが、このような従来からの力覚センサーに改良を加え、シリコン単結晶板に機械的外力を加えると結晶格子に歪みを生じ、半導体中のキャリア数や移動度が変化して抵抗率が変化する現象即ちピエゾ抵抗効果を利用して起歪体の歪みを抵抗の変化に変換し、ブリッジ回路により起歪体に加わる力を電気信号に変換する方法を用いた半導体 3 軸力覚センサーが考え出された。

第 2 図に示すものは上述の半導体 3 軸力覚センサー (以下単に力覚センサーという) の断面図である。この力覚センサー 10 の起歪体 11 は外周部 11a と、中心部に垂直に突出した検出アーム 13 と、これら外周部 11a と検出アーム 13 の間は環状のダイアフラム 12 で形成し、このダ

3

ダイヤフラム12のエッジ部12a、12b（上記外周部11a及び検出アーム13との境界部）の上方（エッジ部12a、12bと反対側の面）には14-1、14-2、14-3、14-4よりなるゲージ抵抗14が形成されている。このゲージ抵抗は起歪体11の一つの直径上に14-1、14-2、14-3、14-4の順に並んで配置されている。

この起歪体11にX軸又はY軸方向のモーメント M_x 、 M_y が働いた時、又はZ軸方向の力 F_z （押力又は張力）が働いた時の変形シミュレーションを第3図及び第4図に示す。

第5、6、7図は上述の力覚センサー10のゲージ抵抗14-1、14-2、14-3、14-4でブリッジ回路の構成を示しているが、ダイヤフラム12の各ゲージ抵抗14-1、14-2、14-3、14-4が外力を受けた時、ブリッジ回路各辺の電気抵抗 $R_{x1} \sim R_{x4}$ 、 $R_{y1} \sim R_{y4}$ 、 $R_{z1} \sim R_{z4}$ は第1表に示す変化を起こし、X軸モーメント（ M_x ）、Y軸モーメント（ M_y ）、Z軸押張力（ F_z ）を検出することが出来る。

ここで、各ゲージ抵抗14-1、14-2、14-3、14-4はX軸、Y軸、Z軸の各ブリッジ抵抗 $R_{x1} \sim R_{x2}$ 、 $R_{y1} \sim R_{y4}$ 、 $R_{z1} \sim R_{z4}$ に共通である。

第 1 表

	M_x	M_y	F_z
R_{x1}	-	0	-
R_{x2}	+	0	+
R_{x3}	-	0	+
R_{x4}	+	0	-
R_{y1}	0	-	-
R_{y2}	0	+	+
R_{y3}	0	-	+
R_{y4}	0	+	-
R_{z1}	-	-	-
R_{z2}	+	+	+
R_{z3}	-	-	+
R_{z4}	+	+	-

ところが、従来の起歪体11のダイヤフラム12は厚さが均一な構造をしているため、Z方向の感度が M_x 、 M_y に比べて劣る。このため感度の差があると、第8図に示すように力覚センサーに対して力を加えた場合、それぞれの方向に対する定格荷重は楕円状の球形分布となってしまう。

これは押張力 F_z とX軸モーメント M_x を第8図の矢印方向に加えた場合、力と抵抗の変化量は第2表に示す通りとなる。

第 2 表

ゲージ抵抗No.	$M_x 70gf-cm$ を与えた時の抵抗変化量 (Ω)	力500gfを与えた時の抵抗変化量 (Ω)
14-1	+8	+17
14-2	-27	-20
14-3	+27	-20
14-4	-8	+17

10

上表のように、外側のゲージ抵抗の変化量が小さく、特にモーメント（ M_x ）の場合は内側の1/3以下である。

又、抵抗変化量は半径方向の伸びの量に比例するから、ダイヤフラム12は中央側は外側より大きな半径方向の応力を受けていることが判る。

第8図の力覚センサーにおける定格力分布はモーメントを与えた時の回転中心をPとし、Pから1だけ離れた位置が作用点Fとすると、作用点Fが回転中心Pから遠ざかると、定格力の分布形状はZ方向の定格力は変化せず、X、Y方向の定格力のみが小さくなるため、①、②式のように益々力分布が偏平になってしまう。

$$F_{x0} = M_{x0} / l \quad \text{①} \quad F_{y0} = M_{y0} / l \quad \text{②}$$

ここで F_{x0} 、 F_{y0} は定格力

M_{x0} 、 M_{y0} は定格モーメント

以上のように F_z 方向には強度が強いが、 M_x 、 M_y には弱く、破損し易いという欠点を有していた。

理想的には第9図に示すように検出アーム13に力を加えると、定格荷重の力分布は完全に球形であることが望ましい。

30

第8図に示すような力覚センサーを使う場合、特殊な場合を除いてその力分布内に収まる完全な球形の範囲内でしか用いることが出来ず、 F_z に対するS/N比が悪化し、Z方向の検出精度が大幅に低下してしまうという問題がある。

又、高感度にするために、第10図（イ）の断面図、（ロ）の下側から見た平面図に示すように起歪体21のダイヤフラム22を十字形部分を残して肉抜きする方法が採られている。この場合、外周部21aとダイヤフラム22、及びダイヤフラム22と検出アーム23との境界点はコーナーRが付いてある。

40

この場合に特に高感度にするためにダイヤフラム22を薄くしてある場合は、ゲージ抵抗14を起歪体21に接合する場合に用いるプリフォーム（金・シリコン合金、金・スズ合金等）や接着剤が不規則に肉抜き部分にはみ出してしまい、それが起歪体21の一部として作用するため、感度のバラツキや干渉出力の増加を招いてしまう。

本考案は上述の問題を解決して、高感度で安定した出力を得る力覚センサーを提供することを課題とする。

（課題を達成するための手段）

50

上述の課題を達成するために、拡散歪ゲージを形成し

5

たシリコン単結晶板を起歪体31に接合してなる力覚センサー30において、起歪体31のダイアフラム32を外周部31a側が薄く、検出アーム33が接続される中心部が厚いテーパ状としたものである。

（作用）

上述のように、ダイアフラムをテーパ状の肉厚とすることにより、その変化量は外周部が大きく、中心部が小さくなるので、X軸及びY軸方向のモーメントに対してゲージ抵抗の変化量がほぼ均一となり、感度が上昇してZ軸方向の力の感度とほぼ等しくなり、理想的な感度特性となる。

（実施例）

第1図は本考案の力覚センサーの断面図である。

この力覚センサー30の起歪体31は外周部31a、ダイアフラム32、検出アーム33よりなることは第2図の力覚センサー10と同じであるが、ダイアフラム32が大きく相違している。

このダイアフラム32は外周部31a側は肉厚が薄く、検出アーム33側は厚いテーパ状のものである。更に、外周部31a及び検出アーム33に接するコーナー部分にはコー

ナーRが形成されている。

この結果、 M_x 、 M_y のモーメントを受けた場合、ダイアフラム32は肉厚の薄い周辺部の変形が大きく、第2表に

6

示してある各ゲージ抵抗14-1、14-2、14-3、14-4の変化量に対してゲージ抵抗14-2、14-3の変化量が増加し、逆に14-1、14-4の変化量が減少して、ほぼ均一な変化量とすることが出来る。

（考案の効果）

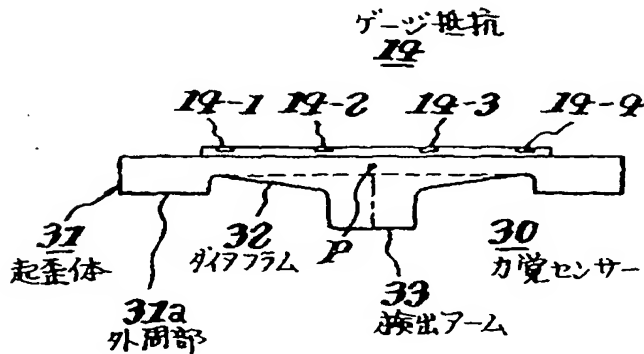
上述のように、各方向から受けた力に対してほぼ均一な感度を有することが可能となるので、第9図に示すような理想的な力覚センサーを実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

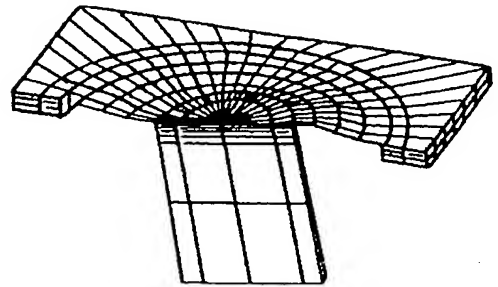
第1図は本考案の力覚センサーの断面図、第2図は従来の拡散型力覚センサーの断面図、第3図はX（Y）軸方向の変形シミュレーション図、第4図はZ軸方向の押張力の変形シミュレーション図、第5図はX軸用ブリッジ回路図、第6図はY軸用ブリッジ回路図、第7図はZ軸用ブリッジ回路図、第8図は従来の拡散型力覚センサーの動作特性図、第9図は理想的な力覚センサーの動作特性図、第10図は従来の高感度化した拡散型力覚センサーで、（イ）は断面図、（ロ）は下側から見た平面図である。

30:半導体3軸力覚センサー、31:起歪体、31a:外周部、32:ダイアフラム、33:検出アーム。

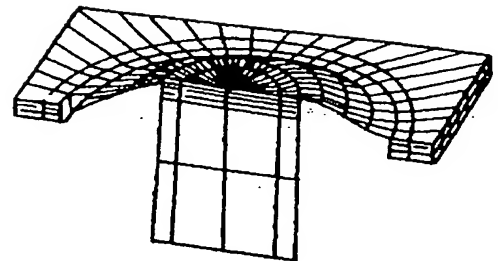
【第1図】



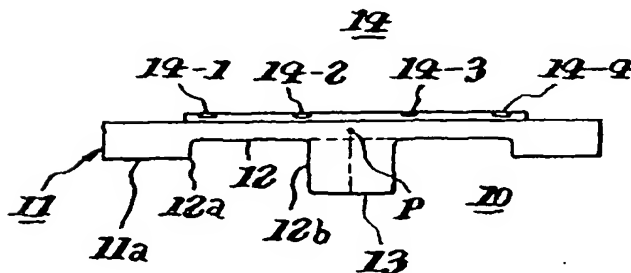
【第3図】



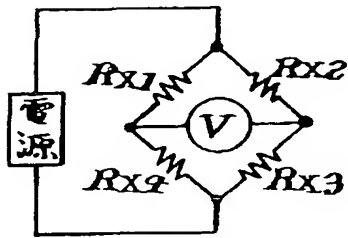
【第4図】



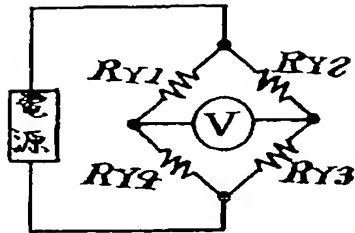
【第2図】



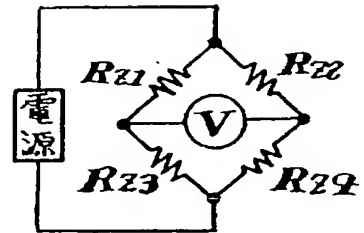
【第5図】



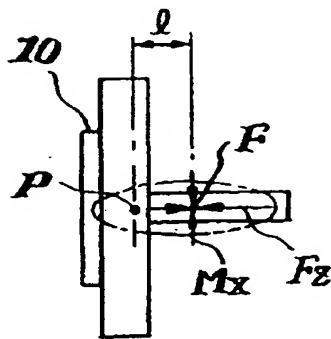
【第6図】



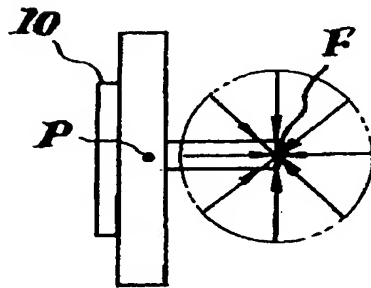
【第7図】



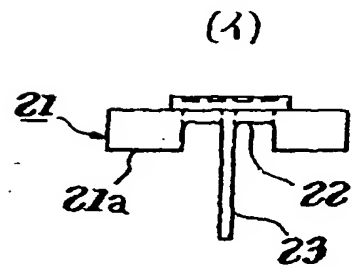
【第8図】



【第9図】



【第10図】



(ロ)

